CARACTERÍSTICAS DAS VERTENTES E POTENCIAL NATURAL DE EROSÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DOS PINHEIRINHOS (TORRINHA / BROTAS – SP)

Clayton Alcarde ALVARES [1]
Alexandre Marco da SILVA [2]

RESUMO

Sendo o mapa de Potencial Natural de Erosão (P.N.E.) uma importante ferramenta para caracterizar a fragilidade de uma região ao processo erosivo, os objetivos deste trabalho foram mapear as principais características das vertentes e investigar o P.N.E. para a bacia hidrográfica do ribeirão dos Pinheirinhos. A área de estudo abrange 259 km^2, com altitude variando de 520 a 920 m e os principais solos ocorrentes na bacia são os Latossolos (72%) e os Neossolos (19,6%). As informações foram levantadas, manipuladas e analisadas com auxílio de softwares de geoprocessamento. Para investigar a distribuição espacial do P.N.E. da bacia utilizou-se a Equação Universal de Perdas de Solo. Observou-se que aproximadamente 75,14% da bacia apresentam declividade entre 0-8% e 3,22% da área possui declividade acima de 20%. As vertentes da bacia foram classificadas em vertentes convexas, côncavas e retilíneas, ocorrendo respectivamente em 32,89, 26,63 e 31,16% da bacia. Por sua vez as faixas de interflúvio ocorreram em 4,61% da área, os fundos de vale em 4,59% e áreas de superfícies planas em 0,12%. O fator erosividade da chuva (R) variou de 6.921 a 7.025 MJ.mm.ha^{-1}.h^{-1}.ano^{-1}, sendo este fator crescente no sentido sul-norte. O fator erodibilidade do solo (K) variou para cada tipo de solo conforme suas características e valores encontrados na literatura e a erodibilidade média ponderada da bacia foi interpretada como média (0,0123 t.h.MJ^{-1}.mm^{-1}). Os fatores comprimento e declividade das vertentes (L e S, respectivamente) variaram conforme a sua geometria. Os maiores valores ocorrem, principalmente, nos fundos de vale dos tributários, e em parte do canal principal, a partir dos pontos de inflexões das seqüências de vertentes, entre convexas e côncavas. O P.N.E. apresentou valor médio ponderado muito elevado (≈1.350 t.ha^{-1}.ano^{-1}). Esta alta suscetibilidade à erosão natural é devido a fragilidade dos solos ocorrentes no baixo curso do ribeirão dos Pinheirinhos e, principalmente ao relevo da bacia que possui declives bem acentuados ao longo dos canais de drenagem e da ruptura topográfica dos Três Saltos, com relevo aproximando de 45% de declividade.

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica deve ser compreendida à luz dos processos biogeomorfológicos, isto é, considerar que foi modelada segundo processos geológicos, biológicos, hidrológicos e climatológicos, resultando numa denominada unidade geomorfológica da paisagem. Uma única bacia hidrográfica é uma unidade do relevo delimitada por obstáculos naturais, de sistema hidrológico aberto, tendo como entrada de água, principal, a precipitação incidente sobre a área entremeada pelo interflúvio e, apresentando um ponto de saída em comum, denominado ponto de deflúvio (CHRISTOFOLETTI, 1980).
Partindo-se da premissa de sua unicidade, com características peculiares e processo de evolução que confere caráter exclusivo, a bacia hidrográfica ganha destaque, e novos

[1] Laboratório de Ecologia Isotópica - Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA-USP) – Avenida Centenário, 303. Bairro São Dimas – CEP 13400-970. Piracicaba – SP. E-mail: calvares@esalq.usp.br
[2] Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Endereço. Av. Três de Março, 511, Alto da Boa Vista – CEP: 18087-180. Sorocaba – SP. E-mail: amsilva@sorocaba.unesp.br

estudos das mais diversas áreas da ciência, vêm sendo desenvolvidos considerando a bacia hidrográfica como unidade primordial de planejamento.
Servindo de suporte para muitos trabalhos posteriores, desde projetos agrícolas a obras de engenharia civil, o estudo do processo erosivo em bacias hidrográficas ganha evidência, pois é possível identificar agentes amenizadores e intensificadores deste fenômeno na paisagem, sendo as características das vertentes os mais importantes.
Neste contexto, os objetivos deste trabalho foram mapear as principais características das vertentes e investigar o P.N.E. para a bacia hidrográfica do ribeirão dos Pinheirinhos.

MÉTODOS e TÉCNICAS

A área de estudo, a bacia hidrográfica do ribeirão dos Pinheirinhos (B.H.R.P.), localiza-se nos municípios de Torrinha e Brotas, interior do Estado de São Paulo (Figura 1), entre as coordenadas geográficas 22º16´27,5´´ - 22º29´50,4´´ de latitude sul e 48º02´30,7´´ - 48º14´49,9´´ de longitude oeste. A altitude varia entre 520 e 920 m. Os maiores valores de altitude localizam-se ao sul e oeste da bacia, locais onde é delimitada, respectivamente, pela Serra de São Pedro e, Serra do Tabuleiro e Serra de Brotas.

Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do ribeirão dos Pinheirinhos, nos municípios de Torrinha e Brotas (Estado de São Paulo).

A B.H.R.P. encontra-se na Bacia Sedimentar do Paraná e apresenta estrutura geológica do Grupo São Bento (Formação Serra Geral, Pirambóia e Botucatu) (I.P.T., 1981). Segundo o mapa geomorfológico do Estado de São Paulo (Ross & Moroz, 1997), a bacia localiza-se na Província das Cuestas Basálticas.
Utilizou-se como material cartográfico as cartas planialtimétricas do IBGE (1974), em escala 1:50.000 (curvas de nível eqüidistantes em 20 m), folhas de Brotas, Dois Córregos e Santa Maria da Serra. As informações foram levantadas, manipuladas e analisadas com auxílio de software de geoprocessamento Idrisi 32.2 (Eastman, 2001) e ArcGIS 9.0 (ESRI, 2004). Estudaram-se as características das vertentes da bacia como a distribuição das classes hipsométricas, espacialização da declividade, as classes de relevo e a orientação de vertentes, além, de informações referente a rede de drenagem. A análise quantitativa das características da rede drenagem da B.H.R.P. seguiu alguns dos índices e parâmetros apresentados em CHRISTOFOLETTI (1980).
Considerando as características das vertentes e a sua integração na paisagem, elaborou-se o mapa de Potencial Natural de Erosão (P.N.E.) da bacia, verificando a influência das características do relevo com a suscetibilidade à erosão. Para a elaboração do P.N.E. utilizou-se a Equação Universal de Perda do Solo (E.U.P.S.) (WISCHMEIER & SMITH, 1978), considerando apenas os seus quatro primeiros fatores (VALÉRIO FILHO, 1994):

$$A = R*K*L*S$$

onde:
A = perda de solo por unidade de área e tempo (em $t.ha^{-1}.ano^{-1}$); R = fator erosividade da chuva (em $MegaJoule.mm.ha^{-1}.h^{-1}.ano^{-1}$); K = fator erodibilidade do solo (em $t.h.MJ^{-1}.mm^{-1}$); L = fator comprimento da vertente; S = fator declividade da vertente. Os dois últimos valores são adimensionais.

O fator R foi determinado com a elaboração do *layer* erosividade da chuva, obtendo os valores de LOMBARDI NETO et al. (1999). Os fatores L e S foram calculados, conjuntamente, com base no modelo de elevação digital (M.E.D.) e utilizando-se o software USLE-2D (DESMET & GOVERS, 1996). As curvas de nível foram digitalizadas sobre as cartas planialtimétricas que compõem a área da bacia e interpoladas no Idrisi com o comando *Intercon*. O *layer* erodibilidade do solo foi composto pelos solos ocorrentes na B.H.R.P. (ALMEIDA et al., 1981) com valores de K atribuídos a cada classe de solo conforme ALVARES & SILVA (2004).

RESULTADOS

A B.H.R.P. abrange uma área de 259 km^2, sendo que aproximadamente 61% de sua área localiza-se sobre o município de Torrinha e os outros 39% finais da bacia desenvolve-se sobre os solos do município de Brotas, local onde o ribeirão dos Pinheirinhos deságüa na margem esquerda do rio Jacaré-Pepira. A bacia apresenta um perímetro de 87,7 km.
A distribuição hipsométrica da bacia é apresentada na Figura 2. A B.H.R.P. pode ser dividida em dois compartimentos distintos: o alto e o baixo curso do ribeirão dos Pinheirinhos. O alto curso indicado pela amplitude de 750 a 920 m de altitude, apresenta 73,7% da área, enquanto que o baixo (520 a 750 m de altitude), representa 22,5% da bacia. Pode-se inferir que praticamente o alto curso corresponde a parte da bacia sobre os solos de Torrinha e, portanto, o baixo curso sobre o território de Brotas. A altitude média da bacia, representada por todos os *pixels* do M.E.D., é de 773 m.

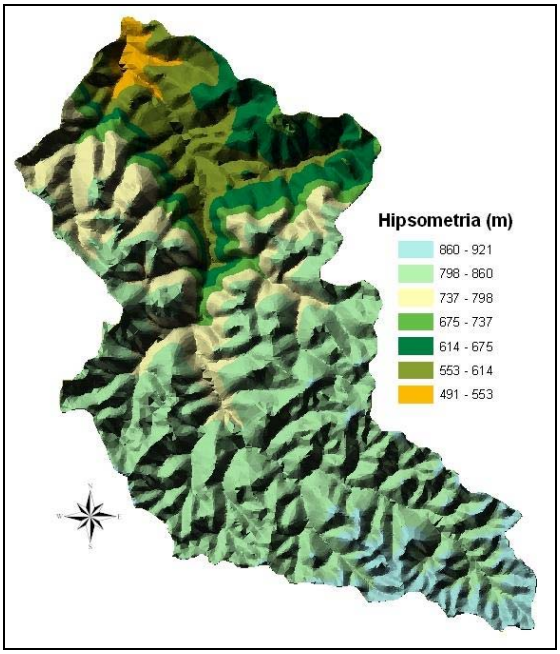

Figura 2. Hipsometria da B.H.R.P. (valores em metros).

A declividade da bacia (Figura 3) foi gerada com o software Idrisi através do comando *Slope*, baseado no M.E.D. A declividade média da bacia é de 6,7%, calculada a partir de todos os valores dos *pixels* da área. Aproximadamente 21,9% da bacia apresenta relevo plano (0-3% de declividade). A classe de relevo suave ondulado (3-8% de declividade)

ocorreu em 53,24% da bacia, as classes de 8-20% e 20-45% ocorreram, respectivamente, em 21,62% e 3,22% da área.

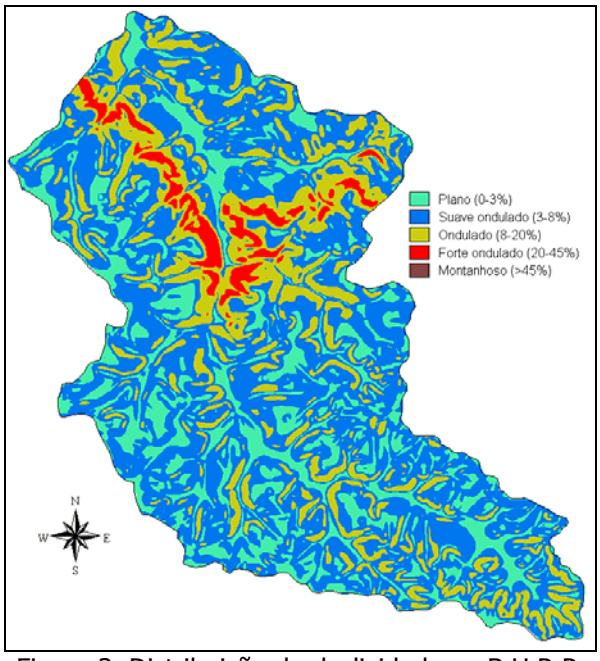

Figura 3. Distribuição da declividade na B.H.R.P.

A partir do M.E.D. e do comando *Toposhape* do Idrisi elaborou-se um mapa de vertentes que após ser re-classificado (comando *Reclass*) gerou-se o mapa apresentado na Figura 4. As vertentes foram classificadas em convexas, retilíneas e côncavas. Por sua vez, classificou-se as faixas de interflúvio e fundos de vale e as áreas planas. A Tabela 1 apresenta os valores encontrados para cada classe de vertente.

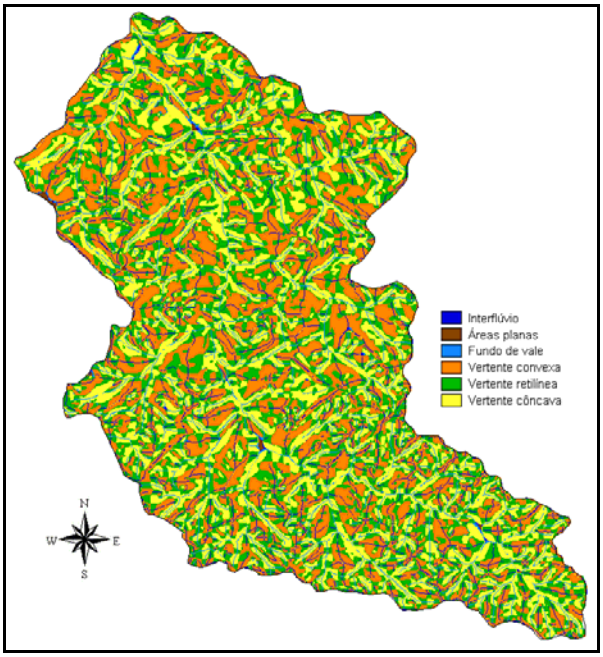

Figura 4. Classes de vertentes da B.H.R.P.

Tabela 1. Classes de vertentes e sua ocorrência em área (km^2) e em porcentagem para a B.H.R.P.

Classes de vertentes	km^2	%
Interflúvio	11,94	4,61
Áreas planas	0,31	0,12
Fundo de vale	11,89	4,59
Vertente convexa	85,19	32,89
Vertente retilínea	80,70	31,16
Vertente côncava	68,97	26,63
Total	259,00	100,00

Para destacar de forma mais clara as classes de declividade e de vertentes (respectivamente Figura 3 e 4), é apresentada na Figura 5 um mapa do aspecto do relevo da bacia, gerado a partir do M.E.D. e do comando *Hillshade* do Idrisi.

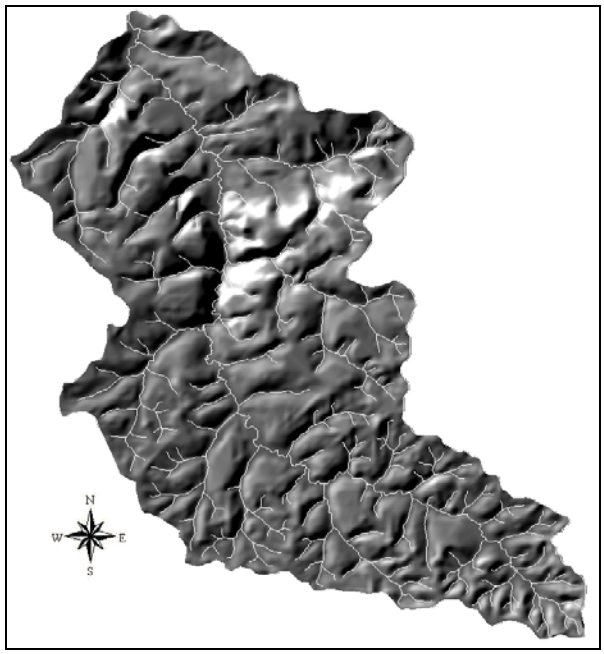

Figura 5. Aspecto do relevo e rede de drenagem da B.H.R.P.

De acordo com a Figura 5 pode-se observar o grau de movimentação do relevo da bacia, a geometria dos canais de drenagem, a ruptura topográfica dos Três Saltos, a variação da densidade de drenagem e os distintos compartimentos da bacia, alto e baixo Pinheirinhos.
A bacia apresenta orientação geral no sentido sul-norte. No entanto, classificaram-se as vertentes da bacia quanto a sua orientação, isto é, a direção para a qual a declividade da vertente está exposta (Figura 6). As vertentes da bacia foram classificadas em orientação norte, sul, leste, oeste e plana, sendo esta última apresentando locais com ausência de declividade, portanto não possuindo, no modelo, direção definida de drenagem. A classe de orientação norte ocorreu em 31,8% da bacia e a orientação sul em 28,2%. Não é difícil compreender que as orientações norte e sul somaram 60% das direções de fluxo de água das vertentes. Como já foi explanado que a bacia drena para o norte, a maior parte de suas vertentes apresentam superfície voltada nesta direção, e conseqüentemente um valor semelhante resultou nas vertentes de direção sul. Por outro lado, as vertentes de orientação leste e oeste não apresentaram semelhança em áreas, ocorrendo em, respectivamente, 26,3% e 13,6%. A principal causa desta diferença é devido ao sentido dos canais das microbacias da porção ocidental da bacia, principalmente no seu alto curso. As microbacias do alto curso e que drenam a porção ocidental da bacia, apresentam, predominantemente, uma orientação de vertentes no sentido norte-sul. Somando-se a isto, o lado oriental da bacia encerra microbacias maiores, em média, com orientação oeste-leste, o que faz predominar deste lado da B.H.R.P., vertentes com orientação leste. As áreas planas,

relacionadas com as áreas de declividade próximas de valor zero, somaram apenas 0,1% da bacia.

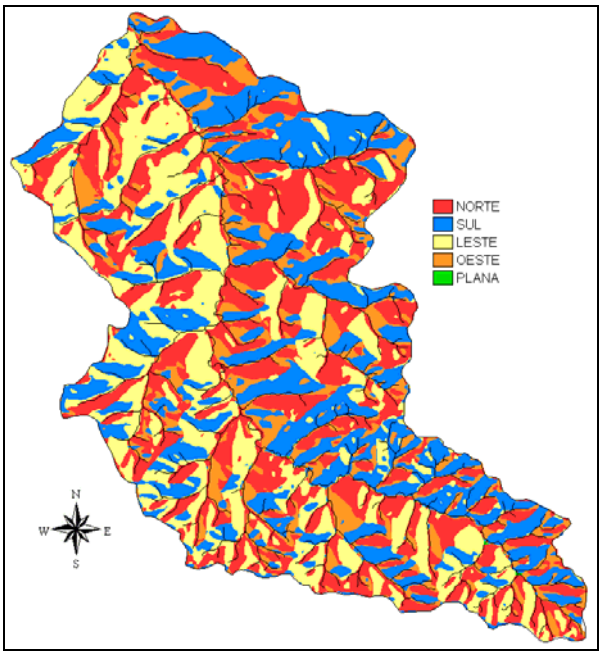

Figura 6. Orientação de vertentes para a B.H.R.P.

Segundo o método de classificação de hierarquia fluvial de Strahler (STRAHLER, 1957), a B.H.R.P. apresenta 240 canais de primeira ordem, 57 de segunda, 14 de terceira, 4 de quarta e 1 canal de quinta ordem, sendo classificada, segundo esta técnica, como uma bacia de quinta ordem. Sendo assim, a razão de bifurcação (Rb) da bacia é de 3,94, apresentando boa correlação com a Lei do Número de Canais de HORTON (1932).

O canal principal (o próprio ribeirão dos Pinheirinhos) apresenta 43,25 km de extensão. De acordo com a equação de HACK (1957) (citado em CHRISTOFOLETTI, 1980) que relaciona a área da bacia com o comprimento do canal principal de drenagem, este apresentou boa resposta com esta equação, aproximadamente 42,07 km de extensão. O comprimento do maior eixo da bacia (comprimento vetorial), que é a distância da foz ao ponto mais longínquo do espigão, é de 29,5 km. A relação entre distância do canal principal e o comprimento vetorial da bacia pode indicar o formato da bacia e o grau de sinuosidade do canal. O formato da bacia, segundo a equação proposta por HORTON (1932), que é a razão da área da bacia pelo quadrado de seu comprimento vetorial, é 0,3. A sinuosidade média do canal principal da bacia é de 1,47. Este índice constitui um fator controlador da velocidade de escoamento das águas, sendo a forma pela qual o rio efetua seu trabalho pela "lei do menor esforço" (CHRISTOFOLETTI, 1980) e este índice tende a ser maior para canais de maior extensão e de maior grau hierárquico, como observado também por COLLARES (2000).

A B.H.R.P. foi sub-dividida em 54 microbacias utilizando-se o comando *Watershed* do Idrisi, sendo apenas microbacias que deságüam diretamente no canal principal. As microbacias variaram de 0,1 a 26,7 km^2 e de primeira a quarta ordem.

Todos os canais de drenagem da bacia, primários, secundários, terciários, quaternários e o canal principal de quinta ordem, somaram 348,44 km de extensão. A relação entre área e comprimento da rede drenagem das microbacias apresentaram significativa correlação, com coeficiente de determinação (R^2) de 0,97.

Considerando apenas os canais de drenagem das microbacias a extensão total foi de 305,19 km. As microbacias (com deflúvio direto no canal principal) somaram 225 km^2, enquanto que os outros 34 km^2, são áreas que drenam diretamente no canal principal. Isto mostra a importância das microbacias, que representam 87,6% da rede de drenagem total e 86,9 % da área da bacia, devendo ser corretamente manejadas, pois são potenciais fornecedoras de sedimentos ao canal principal, com elevado potencial de alterações de sua geometria.

A densidade de drenagem (HORTON, 1932) da B.H.R.P. é de 1,35 km.km^{-2}, variando, nas microbacias, de 0,56 a 6,07 km.km^{-2}. A bacia apresenta classificação da rede de drenagem do tipo dendrítica. O escoamento do percurso superficial (Eps) médio (CHRISTOFOLETTI, 1980), calculado através da densidade de drenagem, é de 0,34 km. A variação do Eps média nas microbacias foi de 0,08 a 0,87 km. Quanto maior a densidade de drenagem menor o Eps média da microbacia, sendo a Eps a razão entre 0,5 e a densidade de drenagem, e representa a distância média percorrida pelas enxurradas, ao longo da vertente, entre o interflúvio e o canal permanente.
Dos fatores da E.U.P.S., a erosividade média da bacia é de 6.968 MJ.mm.ha^{-1}.h^{-1}.ano^{-1}, variando de 6.921 a 7.025 MJ.mm.ha^{-1}.h^{-1}.ano^{-1}, com valores crescentes no sentido sul-norte (Figura 7), conforme observado também, para o Estado de São Paulo, por VIEIRA & LOMBARDI NETO (1995).

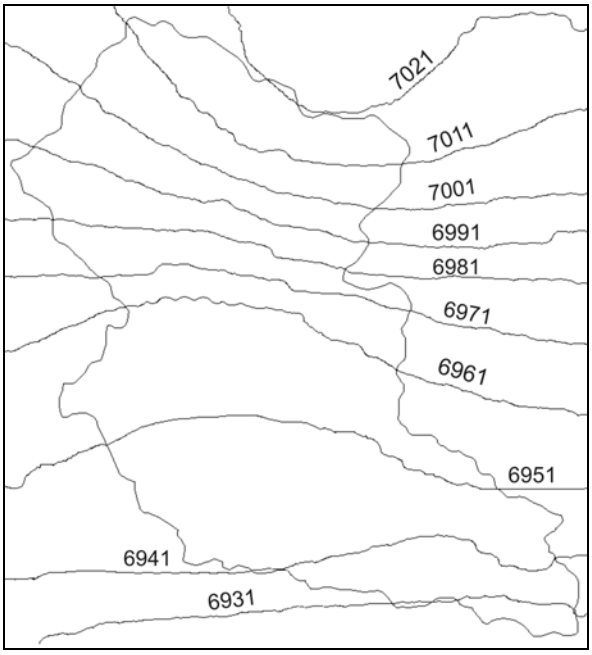

Figura 7. Erosividade da B.H.R.P. (Fator R) (valores em MegaJoule.mm.ha^{-1}.h^{-1}.ano^{-1}).

Os solos da B.H.R.P. estão descritos na Tabela 2 e sua espacialização apresentada na Figura 8. Os principais tipos de solos da bacia são da classe dos Latossolos, com 72% de ocorrência, e os Neossolos representando 19,6% da área. Ocorre também a classe do Gleissolo (Gleissolo Háplico A moderado) associado ao canal principal e local de superfície de inundação no baixo curso do ribeirão dos Pinheirinhos. Do mesmo modo, o Latossolo Vermelho Distrófico típico A moderado textura argilosa ocorre associado ao canal principal, no alto curso do ribeirão dos Pinheirinhos, e em parte da microbacia do córrego Bom Sucesso.

Tabela 2. Solos da B.H.R.P. (ALMEIDA et al, 1981), de acordo com a classificação da EMBRAPA (1999), suas áreas de ocorrência e valores da erodibilidade conforme ALVARES & SILVA (2004).

Legenda	Solos	Área (km^2)	Fator K
LVdf	Latossolo Vermelho Distroférrico típico A moderado	2,04	0,0120
LVd	Latossolo Vermelho Distrófico A moderado textura média	26,34	0,0173
LVd	Latossolo Vermelho Distrófico típico A moderado textura argilosa	7,02	0,0153
LVAd	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico A moderado textura argilosa	4,56	0,0132
LVAd	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico A proeminente textura média	20,60	0,0173
PVAe	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico A moderado textura média/argilosa	0,58	0,0438

RQo	Neossolo Quartzarênico Órtico A moderado	21,70	0,0296
GX	Gleissolo Háplico A moderado	0,88	0,0010
RQo + LVd	Neossolo Quartzarênico Órtico A moderado + Latossolo Vermelho Distrófico A moderado textura média	18,00	0,0229
RLe + RLe	Neossolo Litólico Eutrófico ou Distrófico típico + Neossolo Litólico Eutrófico ou Distrófico chernossólico	10,15	0,0431
NVef + LVef	Nitossolo Vermelho Eutroférrico ou Distroférrico + Latossolo Vermelho Eutroférrico	2,20	0,0180
PVAe + PVAd	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico A moderado textura média/argilosa + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico A moderado textura média/argilosa	12,44	0,0389
LVAd	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico A moderado textura média (fase relevo ondulado)	114,70	0,0132
NVef + LVAd + LVdf	Nitossolo Vermelho Eutroférrico ou Distroférrico + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico A moderado textura argilosa + Latossolo Vermelho Distroférrico	5,20	0,0183
LVd + LVd	Latossolo Vermelho Distrófico A moderado textura média + Latossolo Vermelho Distrófico A moderado textura média (relevo suave ondulado)	11,20	0,0173
URB	Urbanização	1,39	0,0001

Na faixa de transição dos compartimentos, entre alto e baixo Pinheirinhos, ocorre uma toposseqüência de solos: Latossolos (Vermelho e Vermelho-Amarelo) – Argissolo Vermelho-Amarelo – Neossolo Litólico – Neossolo Quartzarênico. Ao lado direito da B.H.R.P., e lado esquerdo da microbacia do córrego da Cabriúva, nesta mesma toposseqüência, ocorre uma faixa de associação Nitossolo Vermelho Eutroférrico + Latossolo Vermelho Eutroférrico, apresentando erodibilidade baixa, quando comparados com os solos da topossequência.

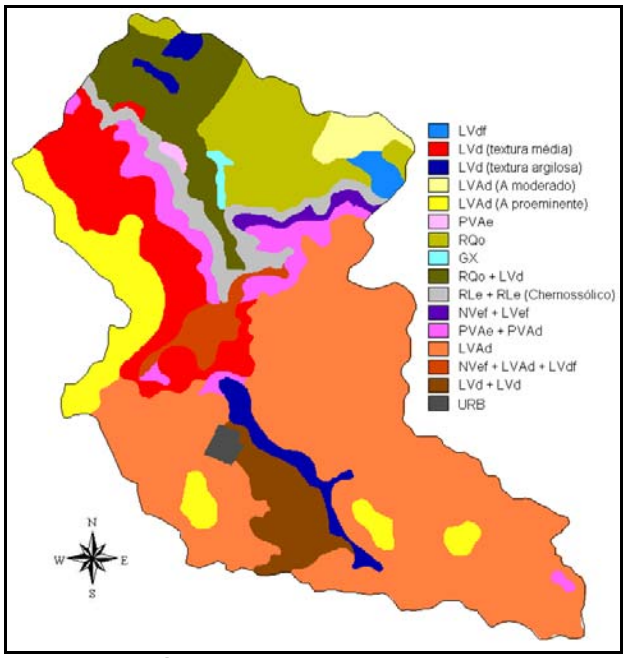

Figura 8. Mapa pedológico da B.H.R.P. (Fonte: Almeida et al., 1981).

De forma clara, ao longo do alto Pinheirinhos predominam os Latossolos Vermelho-Amarelos e no baixo curso, o Neossolo Quartzarênico. Disto resulta de forma pronunciada a diferenciada suscetibilidade à erosão da bacia, quando analisado o componente solo. Os Latossolos Vermelho-Amarelos possuem baixa erodibilidade, por apresentarem teor relativamente elevado de areia, conferindo-lhes uma geometria de poros onde os macroporos são predominantes, atribuindo boa drenagem interna, capacidade de infiltração e baixo gradiente textural (Oliveira, 1999). Por outro lado, os Neossolos Quartzarênicos, caracterizam-se por apresentarem perfil essencialmente areno-quartzoso, desprovido de minerais primários intemperizáveis, resultando em solos de baixa adesão e coesão, conferindo-lhes elevada erodibilidade. A erodibilidade média da bacia é de 0,0123 t.h.MJ^{-}

^{1}.mm^{-1}, interpretado como uma bacia de ligeira limitação quanto a suscetibilidade à erosão, conforme (GIBOSHI, 1999).
A contribuição do componente topográfico ao processo erosivo está apresentado na Figura 9. Os fatores LS representam, respectivamente, comprimento e declividade de cada vertente. O software ULSE-2D (DESMET & GOVERS, 1996) realiza o cálculo destes valores e resulta num mapa de valores unificados destes fatores, classificando-o em seis classes. A classe de valores menor que 1 ocorreu em 19,31% da bacia, denotando que toda esta área reduz a suscetibilidade à erosão. A classe de valores igual a 1, não foi detectada. Esta classe expressa porções do relevo, que por apresentarem valor igual a 1, não têm influência no processo erosivo. As classes de valores de LS 1-10, 10-50, 50-100 e valores maiores que 100, ocorreram, respectivamente, em 30,54, 46,49, 2,97e 0,69% da bacia. O fator LS médio da bacia é de 21,8.

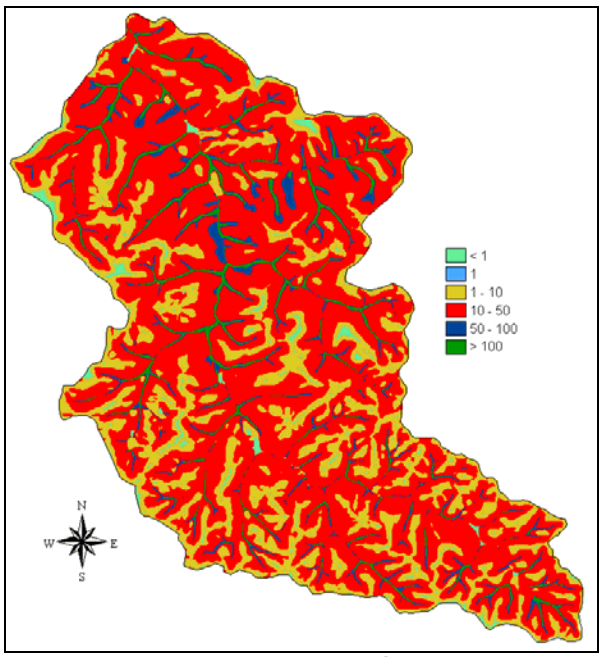

Figura 9. Mapa dos Fatores LS da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Pinheirinhos.

De acordo com a Figura 9, pode-se observar que os maiores valores do Fator LS estão localizados justamente ao longo dos canais de drenagem, nos fundos de vale dos tributários, e em parte do canal principal, a partir dos pontos de inflexões das seqüências de vertentes, entre convexas e côncavas. Por outro lado, os menores valores do Fator LS são encontrados nas áreas planas e nas regiões de interflúvios das microbacias da B.H.R.P.
O resultado da determinação dos fatores da EUPS, quando se analisa a suscetibilidade física de uma vertente ou de uma bacia hidrográfica, é a integração destes fatores, resultando num valor de Potencial Natural de Erosão, ou num conjunto de valores quando se está avaliando um conjunto de vertentes, por exemplo uma bacia hidrográfica. Os valores calculados para a B.H.R.P. foram classificados em quatro classes, apresentadas na Figura 10. Aproximadamente 27,5 % da bacia apresentou baixo P.N.E., 12 % apresentou médio potencial erosivo, 22,5 % médio a alto potencial, e 38 % das vertentes apresentaram alta suscetibilidade à erosão natural.

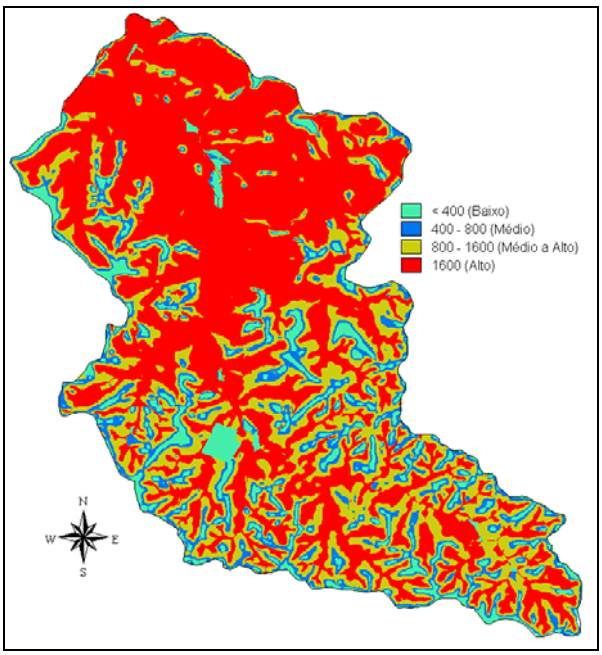

Figura 10. Mapa de P.N.E. da bacia hidrográfica do ribeirão dos Pinheirinhos.

O valor médio do P.N.E. para a bacia é de 1.350 $t.ha^{-1}.ano^{-1}$. Já é sabido e também fora observado por outros autores (Silva et al., submetido), que e o P.N.E. de uma bacia sofre mais influência do relevo (Fator LS) do que o próprio solo (Fator K) e a intensidade e freqüência das chuvas (Fator R). A correlação, para a B.H.R.P., entre o Fator LS e o P.N.E. é de 89 %. Deste modo, pode ser observado na Figura 10 a ocorrência das maiores classes de P.N.E. ao longo dos canais de drenagem, para o alto curso do Ribeirão dos Pinheirinhos e no baixo curso, a alta suscetibilidade à erosão (alto P.N.E.) está caracterizada pela rede de drenagem e mais claramente pela ocorrência de solos suscetíveis à erosão, como neste caso os Neossolos Quartzarênicos. Por outro lado, as regiões de interflúvio e, as planícies de inundação, registraram os menores valores de P.N.E.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. L. F.; OLIVEIRA, J. B. & PRADO, H. **Levantamento Pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: Quadrícula de Brotas**. Campinas, Convênio EMBRAPA / CPA / IA, 1981. Mapa, escala 1 : 100.000.

ALVARES, C. A. & SILVA, A. M. Erodibilidade dos solos paulistas: levantamento de informações e estruturação de um banco de dados. *In:* **10º Encontro Científico dos Pós-Graduandos no CENA/USP**. Piracicaba, SP. 2004. CD-ROM.

BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** 4ª edição. São Paulo, Editora Ícone, 1999, 355 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ª ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1980. 188 p.

COLLARES, E. G. **Avaliação de alterações em redes de drenagem de microbacias como subsídio ao zoneamento geoambiental de bacias hidrográficas: aplicação na bacia hidrográfica do rio Capivari – SP**. São Carlos, 2000. 193 p. Tese (Doutorado em Geografia), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

DESMET, P. J. J.; & GOVERS. G. A GIS procedure for automatically calculating LS factor on topographically complex landscape units. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 51, n. 5, p. 427-433, 1996.

EASTMAN, J. R. **Idrisi 3.2 - Release 2: Tutorial**. Worcester, Massachusetts. Clark University. 2001.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1999. 412 p.

E.S.R.I. – ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. ArcGIS 9.0. 2004.

GIBOSHI, M. L. **Desenvolvimento de um sistema especialista para determinar a capacidade de uso da terra**. Campinas, 1999. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia Agrícola (UNICAMP).

HORTON, R. E. Drainage Basin Characteristics. **Trans. American Geophysical Union**, v. 13, p. 350-361, 1932.

I.B.G.E. – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cartas do Brasil**. Folhas de Brotas, Dois Córregos e Santa Maria da Serra. 1971. Escala 1 : 50.000.

I.P.T. - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo – SP. Escala 1:1.000.000. 1981.

LOMBARDI NETO, F.; PRUSKI, F. F. & TEIXEIRA, A. F. **Sistema para o cálculo da erosividade da chuva para o estado de São Paulo**. (software). DEA/UFV – IAC. 1999.
OLIVEIRA, J.B. Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico. **Boletim Científico do Instituto Agronômico de Campinas** nº 45, 1999, 112 p.
ROSS, J.L.S. & MOROZ, I.C. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. São Paulo – Laboratório de Geomorfologia, Departamento de Geografia – FFLCH- USP / Laboratório de Cartografia Geotécnica – Geologia Aplicada – IPT / FAPESP. 1997. 1: 500.000.
SILVA, A. M.; CASATTI, L.; ALVARES, C. A.; LEITE, A. M.; GUANDIQUE, M. E. G. & MARTINELLI, L. A. Soil erosion, riparian vegetation and water quality in São José dos Dourados river basin (São Paulo – Brazil): an integrated approach. **Catena** (submetido).
STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Trans. American Geophysical Union,** v. 38, p. 913-920, 1957.
VALÉRIO FILHO, M., 1994. Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicadas ao estudo integrado de bacias hidrográficas, p. 223-242. *In*: PEREIRA, V.P., FERREIRA, M. V., CRUZ, M. C .P. (Eds.). **Solos altamente suscetíveis à erosão**. FCAV- UNESP/Jaboticabal. 1994. 270 p.
VIEIRA, S. R. & LOMBARDI NETO, F. Variabilidade espacial do potencial de erosão das chuvas do Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 54, n. 2, p. 405-412, 1995.
WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning**. Supersedes Agriculture Handbook nº 587. Science and Education Administration United States Department of Agriculture, 1978, 58 p.